

(11)特許出願公開番号
特開2000-344584
(P2000-344584A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミックスからなる基体と、この基体に埋設されている金属埋設体とを備えている第一の部材であって、第一の部材の接合面に金属埋設体の一部が露出している第一の部材と、金属からなる第二の部材との接合構造であって、第一の部材の接合面と第二の部材との間に介在する中間挿入材と、第一の部材の接合面と中間挿入材とを接合する第一の接合層と、第二の部材と中間挿入材とを接合する第二の接合層とを備えており、中間挿入材が、複数のセラミックス層と、各セラミックス層の間に介在する少なくとも一つの金属層との積層体からなることを特徴とする、接合構造。

【請求項2】前記金属層内に、隣り合う前記セラミックス層の間隔を調節するためのスペーサーが挿入されていることを特徴とする、請求項1記載の接合構造。

【請求項3】前記第二の部材と前記金属埋設体とが、少なくとも前記第一の接合層および前記金属層を通して電気的に導通していることを特徴とする、請求項1または2記載の接合構造。

【請求項4】前記第一の部材に収容孔が形成されており、この収容孔の底面に前記金属埋設体が露出しており、収容孔に前記中間挿入材および前記第二の部材の少なくとも一部が収容されており、前記第一の接合層が、前記中間挿入材の底面と収容孔の底面との間および中間挿入材の側面と収容孔の側面との間に連続的に設けられていることを特徴とする、請求項1-3のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

【請求項5】前記接合構造の断面を見たときに、前記収容孔の前記底面と前記側面との間の角部の曲率半径が、前記中間挿入材の前記底面と前記側面との間の角部における曲率半径の1-2倍であることを特徴とする、請求項4記載の接合構造。

【請求項6】前記接合構造が、セラミックスからなる熱膨張緩和材を備えており、前記第二の部材が、本体部分と、この本体部分の先端に設けられており、収容孔内に収容されている拡張部とを備えており、拡張部の底面と前記中間挿入材とが前記第二の接合層によって接合されており、拡張部の上面に対して前記熱膨張緩和材が接合されていることを特徴とする、請求項4または5記載の接合構造。

【請求項7】前記第二の部材が筒状成形体からなり、この筒状成形体の端面が前記第二の接合層によって前記中間挿入材に対して接合されていることを特徴とする、請求項4または5記載の接合構造。

【請求項8】前記筒状成形体の内側に、セラミックスからなる熱膨張緩和材が収容されており、筒状成形体の内壁面と熱膨張緩和材の外壁面とが接合されていることを特徴とする、請求項7記載の接合構造。

【請求項9】前記接合構造が筒状雰囲気気保護体を備えており、前記第一の部材に収容孔が形成されており、この

収容孔の底面に前記金属埋設体が露出しており、収容孔に前記中間挿入材および筒状雰囲気気保護体の少なくとも一部が収容されており、前記筒状雰囲気気保護体の内側に中間挿入材および前記第二の部材の少なくとも一部が収容されており、第二の部材の底面と中間挿入材とが前記第二の接合層によって接合されており、中間挿入材および筒状雰囲気気保護体が前記第一の接合層によって収容孔の底面に対して接合されていることを特徴とする、請求項1-3のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

10 【請求項10】前記第二の部材がニッケルまたはニッケル合金製の端子であることを特徴とする、請求項1-9のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

【請求項11】前記セラミックス層を構成するセラミックスの熱膨張係数と、前記基体を構成するセラミックスの熱膨張係数との差が20%以内であることを特徴とする、請求項1-10のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

20 【請求項12】前記基体を構成するセラミックスが、窒化アルミニウム、アルミナおよび窒化珪素からなる群より選ばれた一種以上のセラミックスであることを特徴とする、請求項1-11のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

【請求項13】前記金属層が、金、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた金属を主成分とするろう材からなることを特徴とする、請求項1-12のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

30 【請求項14】前記第一の接合層および第二の接合層が、金、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた金属を主成分とするろう材からなることを特徴とする、請求項1-12のいずれか一つの請求項に記載の接合構造。

40 【請求項15】セラミックスからなる基体と、この基体に埋設されている金属埋設体とを備えている第一の部材であって、第一の部材の接合面に金属埋設体の一部が露出している第一の部材と、金属からなる第二の部材とを接合するのに使用するための中間挿入材であって、複数のセラミックス層と、各セラミックス層の間に介在する少なくとも一つの金属層との積層体からなることを特徴とする、中間挿入材。

【請求項16】前記金属層内に、隣り合う前記セラミックス層の間隔を調節するためのスペーサーが挿入されていることを特徴とする、請求項15記載の中間挿入材。

【請求項17】前記金属層が、金、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた金属を主成分とするろう材からなることを特徴とする、請求項15または16記載の中間挿入材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50 【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックスと金

属との接合構造、およびこれに使用する中間挿入材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、半導体ウエハーの搬送、露光、CVD、スパッタリング等の成膜プロセス、微細加工、洗浄、エッチング、ダイシング等の工程において、半導体ウエハーを吸着し、保持するために、静電チャックが使用されている。こうした静電チャックの基材として、緻密質セラミックスが注目されている。特に半導体製造装置においては、エッチングガスやクリーニングガスとして、 ClF_3 等のハロゲン系腐食性ガスを多用する。また、半導体ウエハーを保持しつつ、急速に加熱し、冷却させるためには、静電チャックの基材が高い熱伝導性を備えていることが望まれる。また、急激な温度変化によって破壊しないような耐熱衝撃性を備えていることが望まれる。緻密な窒化アルミニウムおよびアルミナは、前記のようなハロゲン系腐食性ガスに対して高い耐食性を備えている。

【0003】また、半導体製造装置の分野において、プラズマを発生させるための高周波電極を内蔵したサセプターが実用化されているが、こうした高周波電力発生装置の分野においても、窒化アルミニウムや緻密質アルミナの基材中に金属電極を埋設している。更に、半導体製造装置の分野において、各プロセス中、ウエハーの温度を制御するために、窒化アルミニウムやアルミナ基材中に金属抵抗体を埋設したセラミックスヒーターも実用化されている。

【0004】これらの各装置においては、窒化アルミニウム等のセラミックス基材中に金属電極を埋設し、外部の電力供給用コネクタに対して金属電極を電気的に接続する必要がある。しかし、こうした接続部分は、酸化性雰囲気下、更には腐食性ガス雰囲気下で、非常な高温と低温との熱サイクルにさらされる。このような悪条件下においても、長期間高い接合強度と良好な電気的接続とを保持することが望まれている。

【0005】本発明者は、このような接続構造について研究を続けてきた。例えば、特開平8-277173号公報においては、メッシュ状ないしは網状の金属電極をAINセラミックス内に埋設させ、メッシュの一部を露出させ、メッシュの露出部分とAINセラミックスとの双方を電力供給用コネクタの先端面にろう付けすることを提案した。この技術においては、ハロゲン系腐食性ガスおよびそのプラズマに対して高い耐食性を有するろう付け方法を提案している。また、本発明者は、特願平9-12769号明細書で、コネクタと金属電極との接続構造において、酸化性雰囲気下で、高温や熱サイクルにさらされても、高い接合強度と良好な導通性能を保持するような特定の接合構造を提案した。また、特開平11-12053号公報において、特異な接続構造を提案し、これによってセラミックス中の埋設金属部材の浸

食の防止を図っている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、高温と低温との熱サイクルを非常に多数回、あるいは長期間にわたって繰り返した場合や、各熱サイクルにおける温度差や温度降下速度、温度上昇速度が非常に大きい場合、更には端子に対して高い機械的応力が加わるような場合には、金属端子とセラミックスの接合部分において、ろう材中にクラックが進展し、ろう材を通して腐食性ガスが浸透するおそれがあり、あるいは接合部分を構成する各セラミックス部材中にクラックが進展するおそれがある。

【0007】本発明の課題は、セラミックスからなる基体と、この基体に埋設されている金属埋設体とを備えている第一の部材であって、第一の部材の接合面に金属埋設体の一部が露出している第一の部材と、金属からなる第二の部材との接合構造において、接合部分に加わる熱サイクルや機械的応力に対する耐久性を向上させることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、セラミックスからなる基体と、この基体に埋設されている金属埋設体とを備えている第一の部材であって、第一の部材の接合面に金属埋設体の一部が露出している第一の部材と、金属からなる第二の部材との接合構造であって、第一の部材の接合面と第二の部材との間に介在する中間挿入材と、第一の部材の接合面と中間挿入材とを接合する第一の接合層と、第二の部材と中間挿入材とを接合する第二の接合層とを備えており、中間挿入材が、複数のセラミックス層と、各セラミックス層の間に介在する少なくとも一つの金属層との積層体からなることを特徴とする。

【0009】また、本発明は、複数のセラミックス層と、各セラミックス層の間に介在する少なくとも一つの金属層との積層体からなることを特徴とする、中間挿入材に係るものである。

【0010】以下、図1、図2を参照しつつ、本発明を更に説明する。

【0011】図1は、本発明の接合構造の一例を示す断面図であり、図2(a)は面取り加工前の中間挿入材8Aを示す断面図であり、図2(b)は中間挿入材8の角部と収容孔の角部との近傍を拡大して示す断面図である。本実施形態では、第一の部材はサセプター1であり、第二の部材は電力供給用のコネクタ13である。

【0012】盤状のセラミックス基体2の内部に、電極3が埋設されている。2aは半導体ウエハーやフラットパネルディスプレイの設置面であり、2bは背面である。電極3は、例えば金網ないしメッシュによって形成されている。基体2の背面2b側には収容孔9が設けられている。基体2中には網状の電極3が埋設されており、かつモリブデンまたはモリブデン合金からなる端子5が埋設されている。端子5は、高融点の観点から、モ

リブデンまたはモリブデン合金製のバルク体、またはモリブデンやモリブデン合金の各粉末の焼結体であることが好ましい。端子5の一方の表面5aが収容孔9の底面9aに露出しており、端子5の他方の表面5bが金属電極3に対して接触している。5cは側面である。

【0013】収容孔9の中に、中間挿入材8と、第二の部材13の先端部分とが収容されている。中間挿入材8の底面8cと、収容孔9の底面9aおよび端子5の露出面5aとが、第一の接合層7の底面部7bによって接合されている。また、中間挿入材8の側面8bと収容孔9の側面9bとの間には若干の隙間が設けられており、この隙間に第一の接合層7の側周部7aが充填されている。第一の接合層7は、中間挿入材8の上面8aの近傍まで延びている。中間挿入材8の上面8aと、第二の部材13の端面13aとが、第二の接合層10によって接合されている。

【0014】中間挿入材8、8Aは、図1、図2(a)に示すように、複数のセラミックス層11A、11Bと、各セラミックス層の間に形成されている金属層12とからなる。中間挿入材8、8Aのもっとも外側の2層のセラミックス層11Aは、その一方の主面が露出しており、他方の主面が金属層12に接している。各セラミックス層と各金属層とは一体化されている。

【0015】図2(a)に示す面取り加工前の中間挿入材8Aをそのまま使用することができるが、図2(b)に示すように、中間挿入材8の角部8dを面取り加工することが好ましい。

【0016】上述のように、複数のセラミックス層と少なくとも一層の金属層とからなる、積層構造の中間挿入材は、基本的にはセラミックスに近い熱膨張挙動を有しているため、第一の部材1との間の熱膨張、熱収縮特性の偏差に起因する第一の接合層7内のクラックや中間挿入材のクラックを抑制できる。その上、中間挿入材8、8A内において、各セラミックス層11A、11Bは、互いに金属層を介して分離されていることから、第一の部材との熱膨張、熱収縮特性の相違に起因する応力が各セラミックス層に加わったときに、その応力を分散させることができる。また、一つのセラミックス層内にクラックが生じたときにも、そのセラミックス層の組織は、他のセラミックス層のセラミックス組織とは分離されているので、クラックが他のセラミックス層に伝搬せず、従って接合部分が破壊しない。

【0017】中間挿入材を構成するセラミックス層の厚さを0.5mm以上とし、金属層の厚さを2mm以下とし、かつセラミックス層の厚さに対する金属層の厚さの比率を1/3以下、好ましくは1/5以下、更に好ましくは1/10以下とすることによって、中間挿入材による熱膨張の緩和作用を一層顕著とすることができる。

【0018】また、各セラミックス層の内部応力を緩和し、かつクラックの進展を確実に防止するという観点か

らは、各金属層の厚さを1mm以上とし、セラミックス層の厚さを0.5mm以下とすることが好ましい。

【0019】本発明の好適な実施形態においては、例えば図1におけるように、第二の部材13と金属埋設体5とが、少なくとも第一の接合層7および金属層12を通して電気的に導通している。即ち、中間挿入材8、8Aに対して、熱膨張特性の差に起因する応力の緩和と共に、電気的導通という別種の機能を分担させることができる。

10 【0020】この場合には、各金属層12の厚さを変化させることによって、中間挿入材における内部電気抵抗を正確に制御することができる。そして、金属層を複数層設けた場合には、かりに一つの金属層において電気的導通が阻害されたときにも、他の金属層を介して電気的導通が確保される。このような作用効果を得るためには、金属層を4層以上設けることが好ましく、また中間挿入材における各金属層の方向を、収容孔9の接合面9aに対して略垂直とすることが好ましい。

20 【0021】また、本発明の好適な実施形態においては、例えば図1におけるように、第一の部材1に収容孔9を形成し、収容孔9の底面9aに金属埋設体5を露出させ、収容孔9に中間挿入材8および第二の部材13の少なくとも一部を収容し、第一の接合層7を、中間挿入材8の底面8cと収容孔9の底面9aとの間、および中間挿入材8の側面8bと収容孔9の側面9bとの間に連続的に設ける。また、第二の接合層10を中間挿入材8の上面8aと第二の部材13との間に設けることができる。

30 【0022】本発明の中間挿入材は、前述したように、セラミックスに近い熱膨張挙動を示すと共に、各セラミックス層間が金属層によって分離され、セラミックス層の内部応力が緩和されているので、中間挿入材の底面のみならず側面にも接合層を設けたときにも、この接合層内にクラックが発生しにくい。そして、このように中間挿入材の側面と収容孔の側面との間にも接合層を設けることによって、接合層による接合距離が長くなるので、第一の部材と第二の部材との接合強度が著しく向上すると共に、外部の雰囲気、特に酸素雰囲気や腐食性ガス雰囲気に対して、金属埋設体が保護される。

40 【0023】本発明の好適な実施形態においては、接合構造の断面を見たときに、図2(b)に示すように、収容孔9の底面9aと側面9bとの間の角部9cの曲率半径が、中間挿入材8の底面8cと側面8bとの間の角部8dにおける曲率半径の1-2倍である。これによって、各角部において、中間挿入材と収容孔との隙間の厚さの変化、即ち接合層の厚さの変化が小さくなるので、両角部の間の領域がクラック発生の起点となりにくい。

【0024】中間挿入材8の底面8cと側面8bとの間の角部8dにおける曲率半径は、0.3-1.0mmであることが好ましい。

【0025】第一の部材としては、セラミックス基体中に抵抗発熱体を埋設したヒーター、セラミックス基体中に静電チャック用電極を埋設した静電チャック、セラミックス基体中に抵抗発熱体と静電チャック用電極とを埋設した静電チャック付きヒーター、セラミックス基体中にプラズマ発生用電極を埋設した高周波発生用電極装置、セラミックス基体中にプラズマ発生用電極および静電チャック電極を埋設した高周波発生用電極装置等の各装置を例示できる。これらの装置においては、セラミックス基体内部の電極に対して電力を供給するための電力供給用コネクタが必要である。

【0026】金属電極を埋設した場合には、金属電極を面状の金属バルク材とすることが好ましい。ここで、「面状の金属バルク材」とは、例えば、線体あるいは板体を、らせん状、蛇行状に配置することなく、一体の面状のバルクとして成形したものをいう。

【0027】こうした面状のバルク材としては、次を例示できる。

(1) 薄板からなる、面状のバルク材。

(2) 面状の電極の中に多数の小空間が形成されているバルク材。これには、多数の小孔を有する板状体からなるバルク材や、網状のバルク材を含む。多数の小孔を有する板状体としては、パンチングメタルを例示できる。

【0028】金属埋設体、特に電極は、通常、アルミナ粉末や窒化アルミニウム粉末等のセラミックス粉末と同時に焼成するので、高融点金属で形成することが好ましい。こうした高融点金属としては、タンタル、タングステン、モリブデン、白金、レニウム、ハフニウム及びこれらの合金を例示できる。半導体汚染防止の観点からは、更に、タンタル、タングステン、モリブデン、白金及びこれらの合金が好ましい。

【0029】中間挿入材のセラミックス層を構成するセラミックスの熱膨張係数と、基体を構成するセラミックスの熱膨張係数との差は、本発明の効果を一層向上させるという観点からは、20%以内とすることが好ましい。

【0030】こうしたセラミックスは特に限定されないが、窒化アルミニウム、窒化珪素、炭化珪素、サイアロン、アルミナが含まれる。

【0031】第一の接合層および第二の接合層の材質は、金、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた金属元素を主成分とするろう材からなることが好ましく、金、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた一種以上の金属を主成分とするろう材が特に好ましい。これらの各金属は、接合層の構成金属の50重量%以上を占めており、70重量%以上占めていることが好ましく、更には80重量%以上占めていることが好ましい。耐酸化性の点では、金がもっとも好ましい。

【0032】接合層中には、チタン、ジルコニウム、ハ

フニウム、バナジウム、ニオブおよびマグネシウムからなる群より選ばれた一種以上の活性金属を含有させることが好ましく、これによってセラミックスに対する接合層の密着性、接合力を高めることができる。

【0033】接合層中には、Si、Al、CuおよびInからなる群より選ばれた一種以上の第三成分を含有させることができる。

【0034】ここで、活性金属の配合量が0.3重量%未満であると、濡れ性が悪くなり、接合しない場合があるとともに、20重量%を超えると接合界面の反応層が厚くなりクラックが発生する場合があるため、0.3~20重量%であると好ましい。また、第三成分の合計の配合量は、50重量%を超えると、金属間化合物が多くなり、接合界面にクラックが発生する場合があるため、50重量%以下であると好ましい。

【0035】また、接合層中にニッケルを5~50重量%含有させることが好ましく、これによって金属接合部材にニッケル含有合金またはニッケルを用いた場合、接合層への多大な溶解を低減できる。これにより、接合後の埋設端子のシール性が向上する。

【0036】中間挿入材を構成する金属層は、金、アルミニウム、銅、銀、ニッケル、白金およびパラジウムからなる群より選ばれた金属元素を主成分とする。前述した各ろう材からなることが好ましい。更に、このろう材には、チタン、ジルコニウム、ハフニウムおよびニオブからなる群より選ばれた一種以上の活性金属が含有されていることが好ましい。

【0037】第二の部材、特に電力供給用コネクタの材質は、雰囲気に対する耐食性の高い金属であることが好ましく、具体的には、純ニッケル、ニッケル基耐熱合金、金、白金、銀、アルミニウムおよびこれらの合金が好ましい。

【0038】図2(a)に示す中間挿入材8Aを製造するには、各セラミックス層11A、11Bの間に、それぞれろう材のシートを介在させ、ろう材の融点以上の温度で熱処理する。

【0039】本発明の一形態においては、金属層内に、隣り合うセラミックス層の間隔を調節するためのスペーサーが挿入されている。これによって、各セラミックス層の間隔を一定にし、応力の不均一を防止できる。

【0040】図3に示す中間挿入材8Bは、この実施形態に係るものである。各セラミックス層11A、11Bの間に、金属層12Aを形成しており、各金属層12A中に、所定の直径を有する線状のスペーサー33が挿入されている。このスペーサーは、線状であることが好ましいが、球状であってもよい。また、スペーサーの材質は、ろう材よりも融点が高く、かつ溶解したろう材に溶解しにくい金属であることが好ましい。例えば、アルミニウムろうを使用した場合には、ニッケル線を使用することが好ましく、金ろうを使用した場合には、白金線、

ニッケル線を使用することが好ましい。

【0041】こうした接合構造の製造方法について述べる。好ましくは、図4に示すように、セラミックスの原料からなる成形体30を作成し、この成形体30を焼成する。成形体30中には、網状の金属電極3と、金属粉末の成形体15が埋設されている。この成形体30を焼成することによって、同時に粉末成形体15を焼結させて、粉末焼結体からなる端子5を得ることができる。

【0042】次いで、背面2b側から研削加工を施し、図5(a)に示すように収容孔9を形成する。この際、端子5の表面5aの上に、金、白金またはパラジウムからなる金属箔16を設置し、加熱することもできる。これによって、加熱後には、図5(b)に示すように、端子18が生成する。端子18においては、端子5の表面5aが膜17によって覆われるが、更に端子5の側面5cとセラミックスとの微細な隙間にも膜17が一部形成されていた。

【0043】次いで、収容孔9内の所定箇所に、第一の接合層7用のろう材シート、中間挿入材8、第二の接合層10用のろう材シートおよび第二の部材13を設置し、非酸化性条件下で加熱する。これによって図1に示す接合構造が得られる。非酸化性条件とは、真空下または非酸化性雰囲気（好ましくは不活性雰囲気）下を言う。

【0044】本発明の好適な実施形態においては、第二の部材が、本体部分と、本体部分の先端に設けられており、収容孔内に収容されている拡張部とを備えており、接合構造が、セラミックスからなる熱膨張緩和材を備えており、拡張部の底面と中間挿入材とが第二の接合層によって接合されており、拡張部の上面に対して熱膨張緩和材が接合されている。これによって、中間挿入材と金属製の第二の部材との間の熱膨張差を、一層効果的に緩和できる。

【0045】図6は、この実施形態に係る接合構造の断面図である。図1に示した各構成部分には同じ符号を付け、その説明を省略する。収容孔9、中間挿入材8等の形態は、図1と同じである。第二の部材13Aは、細長いロッド状の本体部分13bと、本体部分13bの先端に設けられた拡張部13cとを備えている。拡張部13cの底面13aと中間挿入材8の上面8aとの間に第二の接合層10が挟まれている。拡張部13cの上面13d上には、例えば円環形状の熱膨張緩和材30が設置されており、上面13dと熱膨張緩和材30とが接合層19によって接合されている。

【0046】熱膨張緩和材30は、例えば前述した基体2やセラミックス層11A、11B用のセラミックスによって形成することが好ましく、熱膨張緩和材30の熱膨張係数とセラミックス層11A、11Bの熱膨張係数との差を20%以内とすることが好ましい。接合層19は、前述したようなろう材によって形成することが好ま

しい。

【0047】また、第二の接合層は、第二の部材と中間挿入材との間に介在させることが好ましいが、必ずしもその必要はない。図7は、この実施形態に係る接合構造の断面図である。収容孔9、中間挿入材8等の形態は、図1と同じである。第二の部材13Bはロッド状をしている。第二の部材13Bの底面13aが中間挿入材8の上面8aに対して、接合層を介在させることなく、直接に接触している。中間挿入材8の上面8aには、第二の部材13Bの側面13eと接するように第二の接合層20が形成されており、第二の接合層20によって、第二の部材13Bが、中間挿入材8に対して、第二の部材13Bの側面13e側から固定されている。このように、第二の部材13Bの底面と中間挿入材8との間に直接接合層を介在させないことによって、両者の熱膨張差によってろう材に加わる応力を、低減する。

【0048】本発明の好適な実施形態においては、第二の部材が筒状成形体からなり、この筒状成形体の端面が第二の接合層によって中間挿入材に対して接合されている。このように、金属製の第二の部材を筒状成形体とし、筒状成形体のエッジ面を中間挿入材に対して接合することによって、第二の部材と中間挿入材との熱膨張差に起因する応力を一層低減できる。

【0049】この実施形態において特に好ましくは、筒状成形体の内側に、セラミックスからなる熱膨張緩和材を収容し、筒状成形体の内壁面と熱膨張緩和材の外壁面とを接合する。

【0050】図8は、この実施形態に係る接合構造を示す断面図である。中間挿入材8、収容孔9等は、図1に示したものと同様である。収容孔9には、筒状成形体27の本体部分27aが収容されており、本体部分27aの端面27dが、第二の接合層10によって中間挿入材8の上面8aに接合されている。筒状成形体27の上側端部には、本体部分27aの外径よりも大きな外径を有するフランジ部27bが設けられている。フランジ部27bと、ケーブル固定部材28の表面28aとが溶接等によって接合されている。筒状成形体27の内側に、例えば円盤形状の熱膨張緩和材25が収容されており、熱膨張緩和材25の外壁面25aと筒状成形体27の内壁面27cとが、接合層26によって接合されている。接合層26の材質としては、前述したろう材が好ましい。

【0051】本発明の好適な実施形態においては、接合構造が筒状雰囲気保護体を備えており、第一の部材に収容孔が形成されており、この収容孔の底面に金属埋設体が露出しており、収容孔に中間挿入材および筒状雰囲気保護体の少なくとも一部が収容されており、筒状雰囲気保護体の内側に中間挿入材および第二の部材の少なくとも一部が収容されており、第二の部材の底面と中間挿入材とが第二の接合層によって接合されており、中間挿入材および筒状雰囲気保護体が第一の接合層によって、収

容孔の底面に対して接合されている。

【0052】これによって、接合構造の耐熱性、耐食性、耐酸化性を向上させ、かつ良好な導通性能を保持できる。

【0053】図9は、本発明のこの実施形態に係る接合構造を示す断面図である。収容孔9の中に、例えば円筒形状の雰囲気保護体21が挿入されている。雰囲気保護体21の外側面21aと収容孔9の内側面9bとの間には、若干の隙間が設けられている。雰囲気保護体21の内側空間の下方には、例えば円盤形状の中間挿入材8が収容されている。

【0054】中間挿入材8の下側面8c、および筒状雰囲気保護体21の端面21dと、収容孔9の底面9aとは、第一の接合層25によって気密に接合されている。

【0055】第二の部材23は、収容孔9外にある本体部分23c、円環形状のフランジ部分23b、および先端部分23dを備えており、先端部分23dが雰囲気保護体21内に収容されている。雰囲気保護体21の内側面21bと、中間挿入材8および先端部分23dの間には、若干の隙間が設けられている。雰囲気保護体21の上面21cとフランジ部分23bとの間は、好ましくは上述のろう材からなる導電性接合層24が形成されている。これと共に、先端部分23dの底面23aと中間挿入材8の上面8aとの間には、導電性の第二の接合層10が形成されている。

【0056】本接合構造によれば、筒状雰囲気保護体21を収容孔9内に収容し、雰囲気保護体の内側空間の下部に中間挿入材8を設置し、中間挿入材8の上側に先端部分23dを挿入することによって、中間挿入材8を構成する各金属層12を、雰囲気保護体21によって完全に包囲し、保護できる。

【0057】これと共に、中間挿入材8において、複数の金属層12のそれぞれを介して同時に電気的導通が図られている。従って、大きな電流、例えば30アンペア以上の大きさの電流も、容易に流すことができる。

【0058】更に、第二の部材23の先端部分23d、導電性の第二の接合層10、中間挿入材8の各金属層12および第一の接合層を経由する電流経路と、フランジ部分23b、導電性接合層24、雰囲気保護体21および第一の接合層25を経由する電流経路とがある。この双方の電流経路があることによって、電極3への電力供給量を一層増大させ、かつ安定化することができる。

【0059】第二の接合層10と、中間挿入材8との接合に際しては、(1)第二の接合層10に、活性金属を含有するろう材を使用し、セラミックス層11A、11Bおよび金属層12の双方をろう材に対して接合することができる。あるいは、(2)第二の接合層10に、活性金属を含有しないろう材を使用し、金属層12のみをろう材に接合させる場合もある。(2)の場合には、中間挿入材8に加わる残留応力が低いので、残留応力に起

因する破損が生じにくい。

【0060】図10に示す接合構造は、図1に示した接合構造と同様のものである。ただし、基体2内に端子5が埋設されておらず、収容孔9の底面9aには、金属電極3がそのまま露出している。従って、中間挿入材8の底面8cは、底面9aに露出する金属電極3およびセラミックスと、第一の接合層7を介して接合されている。

【0061】

【実施例】(第一の部材2の製造)図4、図5(a)に示す方法に従って、図9に示す第一の部材1を作製した。具体的には、窒化アルミニウム粉末を一軸加圧成形することによって、図4に示す成形体30を製造した。金属電極3としては、モリブデン製の金網を使用した。この金網は、直径φ0.12mmのモリブデン線を、1インチ当たり50本の密度で編んだ金網を使用した。この金網3を予備成形体中に埋設した。これと共に、粒径1~100μmのモリブデン粉末を成形して成形体15を得、この成形体15も成形体30中に埋設した。

【0062】この成形体30を型内に設置し、成形体30をカーボンフォイル内に密封し、1950℃の温度、200kg/cm²の圧力および2時間の保持時間で、ホットプレス法によって、この成形体を焼成し、焼結体を得た。この焼結体の相対密度は、98.0%以上であった。

【0063】得られた焼結体の背面側から、マシニングセンターによって収容孔9を形成し、第一の部材の試験片を作製した。ただし、この試験片の外形は直方体であり、寸法は縦20mm×横20mm×厚さ10mmである。

【0064】(中間挿入材8の製造)図1-図2(a)に示すようにして、中間挿入材8を製造した。具体的には、窒化アルミニウム焼結体からなる平板状のセラミックス層を5層と、金ろうシート(Au-18Ni-1Ti)を4層とを交互に積層した。セラミックス層の寸法は20mm×10mm×0.1mmであり、金ろうシートの寸法は20mm×10mm×0.1mmであった。積層体に250gの加重を加え、980℃で10分間加熱した。得られた積層体を加工し、直径4.7mm、厚さ2.0mmの円盤状の中間挿入材8Aを得た(図2(a)参照)。

【0065】次いで、中間挿入材8Aの角部を、リユーターで引っ掛かりのないことを確認しつつ加工し、中間挿入材8を得た。

【0066】(接合)収容孔9の底面9a上に、2枚の金ろうシート(Au-18Ni-1Ti)(厚さ0.1mm)を設置し、その上に中間挿入材8および保護体21を設置した。保護体21はコパール製である。中間挿入材8の上面の上に、1枚の金ろうシート(Au-18Ni-1Ti)(厚さ0.1mm)を設置し、その上にニッケル製の第二の部材23を設置した。保護体21の

13

上面21cとフランジ部分23bとの間にも、金ろうシート(Au-18Ni-1Ti)(厚さ0.1mm)を設置した。こうして得られた組み立て体を、250gの荷重を加えつつ、980℃で10分間熱処理し、図9に示す接合構造を製造した。

【0067】第二の部材23の本体部分23cの、収容孔9から30mm離れた部位に、背面2bに平行な方向へと向かって荷重を加えた。この結果、30kgfの荷重を加えた段階で、ニッケル製の部材23が大きく変形し、それ以上の荷重を加えることができなかった。この段階で、接合部分には破壊は生じなかった。

【0068】また、この接合構造に対して、100℃と700℃との間での熱サイクルを50回加えた。ただし、昇温速度、降温速度は、共に約200℃/分とした。この後、上述の試験を行ったところ、やはり30kgfの荷重を加えた段階で、ニッケル製の部材23が大きく変形し、接合部分には破壊は生じなかった。

【0069】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明によれば、接合部分に加わる熱サイクルや機械的応力に対する耐久性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る接合構造を示す断面図である。

【図2】(a)は、面取り加工されていない中間挿入材8Aを示す断面図であり、図2(b)は、面取り加工後の中間挿入材8の角部8dおよび収容孔の角部9cの近傍の拡大断面図である。

【図3】他の実施形態に係る中間挿入材8Bを示す断面図であり、各金属層12A中にスペーサー33が挿入されている。

【図4】セラミックスの成形体30中に、金属粉末の成形体15および金属電極3が埋設されている状態を示す断面図である。

【図5】(a)は、第一の部材1に収容孔9を形成し、

14

端子5上に金属箔16を設置した状態を示す断面図であり、(b)は、皮膜17を有する端子18を示す拡大断面図である。

【図6】本発明の他の実施形態に係る接合構造の断面図であり、熱膨張緩和材30を備えている。

【図7】本発明の他の実施形態に係る接合構造の断面図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係る接合構造の断面図であり、筒状成形体27の端面が中間挿入材に接合されており、筒状成形体27の内側に熱膨張緩和材25が收容されている。

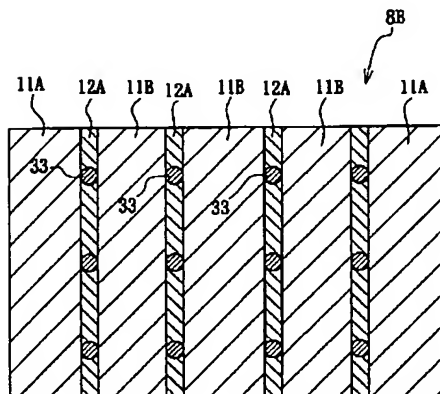
【図9】本発明の他の実施形態に係る接合構造の断面図であり、筒状雰囲気保護体21の内側に中間挿入材8が收容されている。

【図10】本発明の他の実施形態に係る接合構造を示す断面図であり、中間挿入材8の底面と金属電極3とが接合されている。

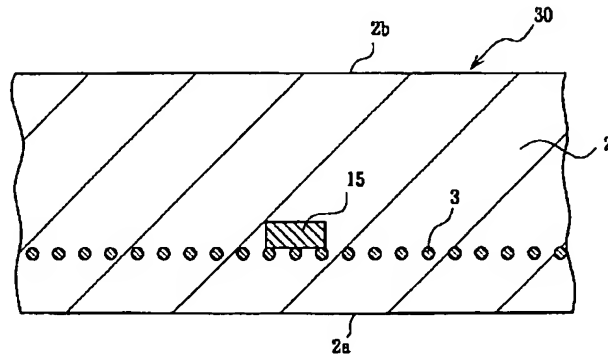
【符号の説明】

- | | |
|-----------------|--------------------------|
| 1 第一の部材 | 2 セラミックス基体 |
| 3、5 金属埋設体 | 5a 金属埋設体5の接合面 |
| 7、25 第一の接合層 | 7a 第一の接合層7の側周部分 |
| 7b 第一の接合層7の底面部分 | 8、8A、8B 中間挿入材 |
| 8a 中間挿入材の上面 | 8b 中間挿入材の側面 |
| 8c 中間挿入材の底面 | 8d 中間挿入材の底面8cと側面8bとの間の角部 |
| 9 収容孔 | 9a 収容孔9の底面 |
| 9b 収容孔9の側面 | 9c 収容孔9の底面9aと側面9bとの間の角部 |
| 10、20 第二の接合層 | 11A、11B セラミックス層 |
| 12、12A 金属層 | 13、13A、13B、23 第二の部材 |
| 19、26 接合層 | 25、30 熱膨張緩和材 |
| 27 筒状成形体(第二の部材) | 33 スペーサー |

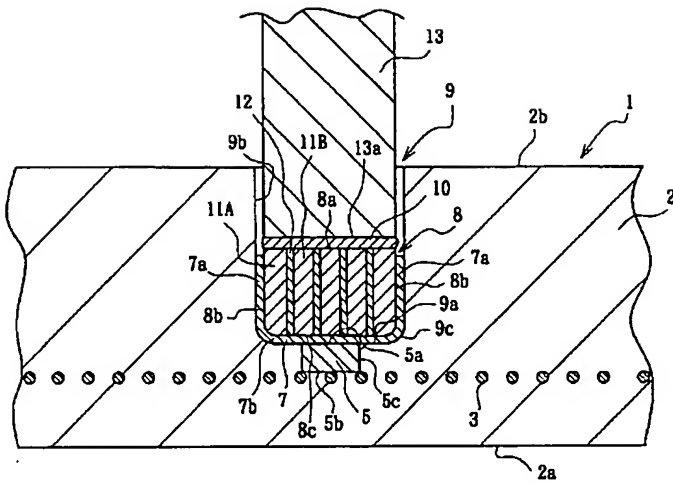
【図3】



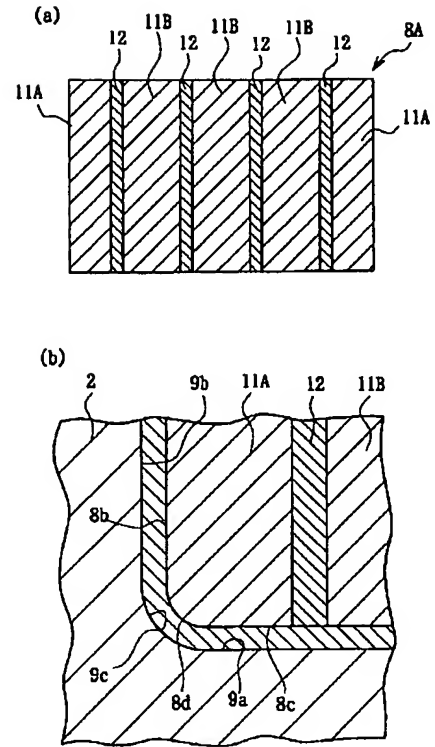
【図4】



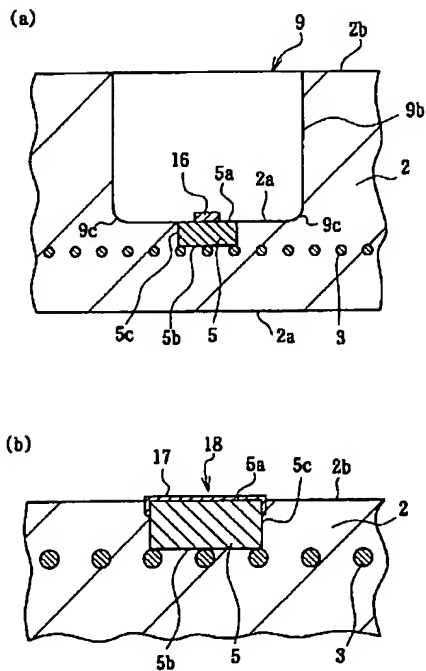
【図1】



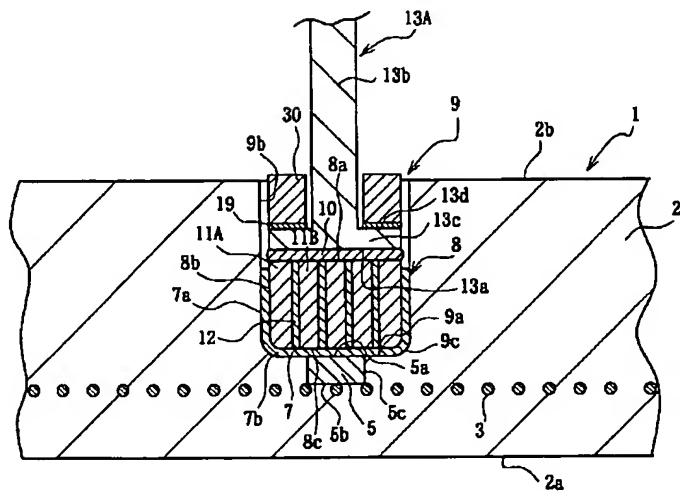
【図2】



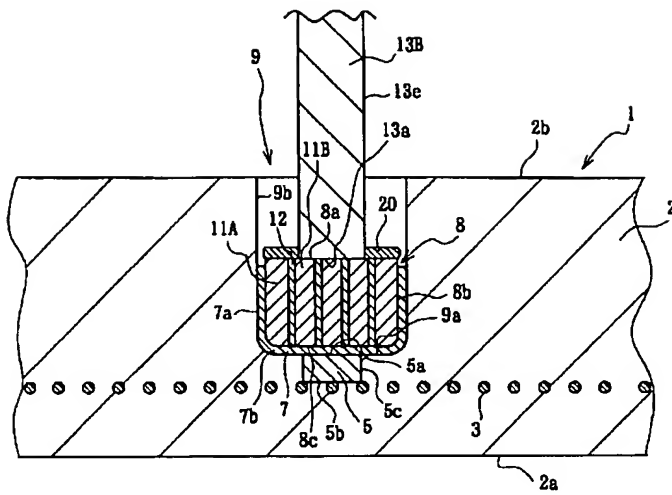
【図5】



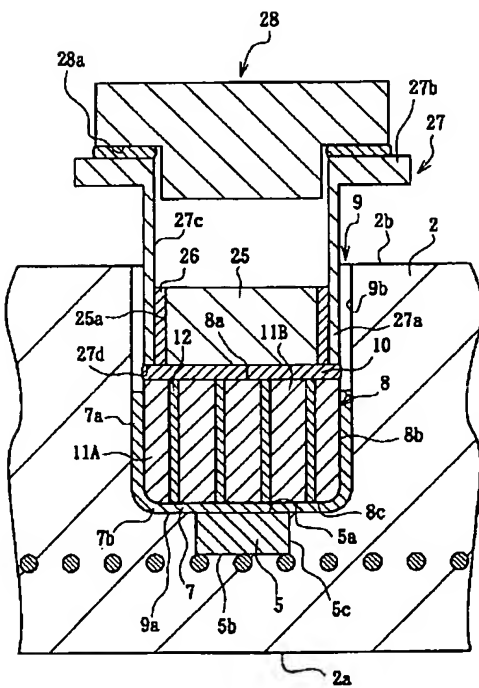
【図6】



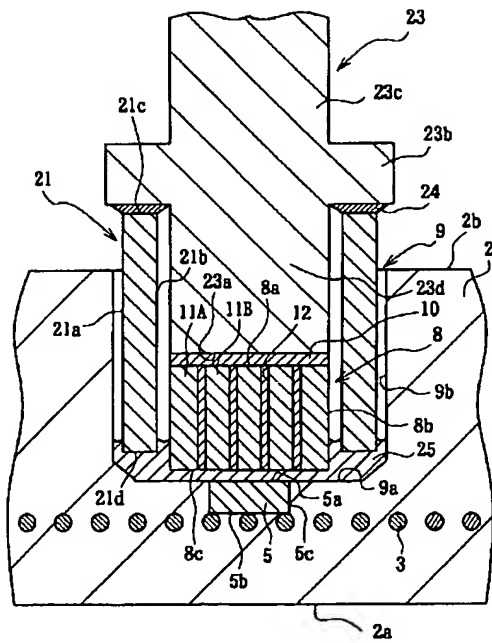
【図7】



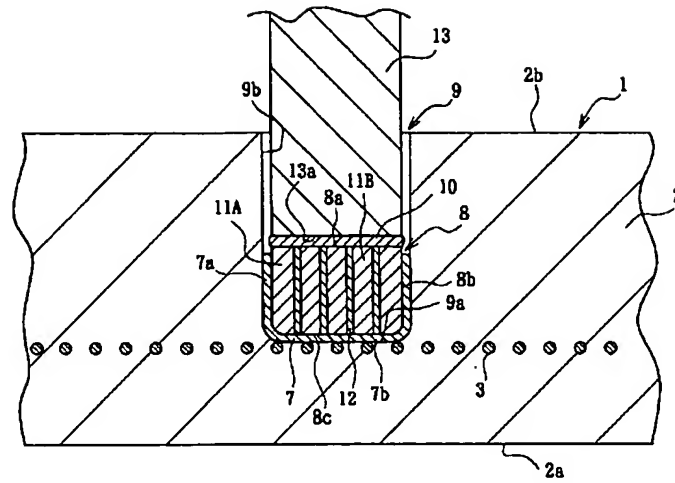
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F100 AA13A AA13C AA19A AA19C
 AB16B AB16D AB17B AB17D
 AB24B AB24D AB25B AB25D
 AB31B AB31D AD04A AD04C
 AD05A AD05C BA04 BA06
 BA07 EC16B EC16D GB41
 JJ03 JK01 JK10
 4G026 BA01 BA03 BA16 BA17 BB21
 BB22 BB27 BB28 BC02 BE04
 BF31 BF33 BF34 BF35 BF42
 BF46 BF48 BF52 BG02 BH06
 5F031 HA02 HA16